Grenzwerte

über den

Geschmack verunreinigten Wassers

Inaugural-Dissertation

verfasst und der

Hohen medizinischen Fakultät

der

Königl. Bayer. Julius-Maximilians-Universität Würzburg

zur

Erlangung der Doktorwürde

vogelegt von

W. Assmann

aus

Deutz b. Köln a. Rh.

ACAD. LUGD. BAT. BIBL.

WÜRZBURG.

Druck von Memminger's Buchdruckerei & Verlagsanstalt

1905.

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät der Universität Würzburg.

Referent: Herr *Prof. Dr. Lehmann.*

Nachdem Herr Prof. *Dr. Lehmann* schon seit längeren Jahren Versuche angestellt hatte über die bei Wasser-Verunreinigungen in Frage kommenden Grenzwerte, machte auch Herr *Dr. A. Bossert* im Hygienischen Institut im Jahre 1901 größere derartige Experimente.

Hierbei handelte es sich darum, festzustellen, in welcher Konzentration die verunreinigenden Stoffe den menschlichen Sinnen noch wahrnehmbar erscheinen; so die Teerfarbstoffe dem Auge, die Salze und Säuren dem Geschmack beziehungsweise dem Geruch.

In Gemeinschaft mit meinem Kollegen, Herrn *Dr. Blume,* wurde mir nun im Jahre 1902 von Herrn Prof. *Dr. Lehmann* die dankenswerte Aufgabe gestellt, weitere Versuche über Wasserverunreinigung anzustellen, beziehungsweise schon von anderen Herren gemachte Versuche zu wiederholen und die erzielten Resultate zu vergleichen.

Es liegt ja in der Natur der Sache, daß solche Experimente sehr subjektiver Art sind und daß die von Einzelnen gefundenen und festgestellten Werte niemals absolute Gültigkeit haben können, da bei den verschiedenen Individuen die betreffenden Sinne eben verschieden ausgebildet sind. Einigermaßen überein-

stimmende Werte lassen sich wohl am leichtesten bei den Farbversuchen feststellen; trotzdem gibt es auch hier noch viele Verschiedenheiten und Abweichungen. Während z. B. der Eine eine Flüssigkeit für vollkommen klar und farblos ansieht, glaubt ein Anderer immer noch einen Stich einer Farbe oder eine minimale Trübung feststellen zu können. Doch sind im allgemeinen die Differenzen ziemlich geringfügig.

Ganz anders verhält es sich bei den Schmeckproben. Jeder weiß, daß der Geschmackssinn bei dem Einen viel empfindlicher, bezw. weniger empfindlich sein kann als bei einem Andern. Es gibt sogar sehr große Unterschiede bezüglich der Schmeckfähigkeit der einzelnen Individuen. Den Beweis hiefür werden die dieser Arbeit beigefügten Tabellen erbringen.

Die von Herrn *Dr. Blume* und mir angestellten Versuche wurden so ausgeführt, daß jeder dasselbe Experiment vollkommen selbständig und unabhängig einer vom andern machte, indem sich jeder seine Stammlösung selbst ansetzte, wenigstens bei den meisten Proben, und dann den Versuch auch allein zu Ende führte. Die beiderseits gefundenen Werte sind in den betreffenden Tabellen angegeben.

Naturgemäß lassen sich sämtliche Versuche in vier große Gruppen einteilen:

I. Optische Versuche, d. h. Versuche mit solchen Stoffen, die nur auf das Auge einwirken.

II. Geschmacksversuche, oder Versuche mit Stoffen, die nur dem Geschmackssinn bemerkbar sind.

III. Optische und Geschmacksversuche, also Versuche mit Stoffen, die neben dem Geschmackssinn auch den Gesichtssinn in Anspruch nehmen.

IV. Versuche mit einigen Stoffen, die in Verbindung mit einer der ersten drei Gruppen auch noch durch den Geruchssinn wahrgenommen werden können.

Nach Verabredung mit Herrn Prof. *Dr. Lehmann* wurde nun bei dem Bericht über die Arbeiten so verfahren, daß nicht jeder seine Versuche beschrieb, sondern daß Herr *Dr. Blume* hauptsächlich die optischen und ich die Geschmacksversuche publizierte, indem jeder die von dem Anderen festgestellten Resultate in seiner Arbeit verwertete bezw. zum Vergleich anführte. Es schien dies interessanter zu sein, als wenn wir beide über die gleichen Dinge berichtet hätten.

Über die Anstellung der optischen Proben verweise ich aus den eben angeführten Gründen auf die Arbeit des Herrn *Dr. Blume.*

Die Technik nun bei der Ausführung der Schmeckversuche war folgende: Es wurde zuerst eine sogenannte Stammlösung angesetzt, indem in einem Liter aqua dest. eine bestimmte Menge eines Salzes, etwa 5—20 gr, aufgelöst wurde, oder eine zu erprobende Lösung (wie Eisenvitriol, Schwefelsäure) in gewissen Quantitäten (gewöhnlich 25 ccm) mit einem Liter aqua dest. vermischt wurde. Diese so entstandene Stammlösung verdünnte ich dann derart weiter, daß ich immer 500 ccm Lösung mit 500 ccm Würzburger Leitungs-

wasser zu 1 Liter ergänzte und so die nächst niedrigere Konzentration erhielt. Mit dem Verdünnen wurde fortgefahren, bis nichts mehr zu schmecken war. Enthielt z. B. eine Stammlösung 20 gr eines Salzes, so enthielten 500 ccm natürlich nur noch 10 gr; diese 500 ccm mit 500 ccm Leitungswasser zu 1 Liter ergänzt, ergaben demnach die erste Verdünnung A mit einem Salzgehalt von 10 gr. Auf dieselbe Weise hergestellt enthielt die Verdünnung B nur noch 5 gr, C noch 2,5 gr und so fort.

Bei einigen Versuchen waren auch noch optische Beobachtungen zu machen, die ich bei der Beschreibung der betreffenden Stoffe beigefügt habe.

Selbstredend wurde bei den Schmeckversuchen unter Beobachtung der größten Vorsicht verfahren; so vor allem wurden an einem Tage nie mehr als zwei, höchstens drei Proben geschmeckt, gewöhnlich vormittags und nachmittags je eine. Ferner wurde immer die schwächste Lösung zuerst probiert, zum Vergleich öfter Leitungswasser in den Mund genommen, weiterhin wurde nicht zu lange geschmeckt, das Rauchen dabei ganz unterlassen, der Mund häufig ausgespült. Als Geschmackskorrigens wurde Schokolade in den Mund genommen, dieser nach einer Weile tüchtig ausgespült und dann erst wieder geprobt. Dabei kontrollierte einer den anderen und auch alle andern im Laboratorium arbeitenden Herren stellten uns in liebenswürdiger und dankenswerter Weise ihre Zungen zur Verfügung. So glaube ich, alles getan zu haben, um meine gefundenen Werte möglichst genau erscheinen zu lassen.

Leider gibt es bis jetzt auf diesem Gebiete noch wenig Literatur. *Dr. Fr. Kiesow* hat in seinen „Beiträgen zur physiologischen Psychologie des Geschmackssinnes“ einige Schwellenwerte für Kochsalz, Rohrzucker, Säure und Bitter festgestellt. Er verfuhr derart, daß er die verschiedenen Teile der Zunge (Spitze, rechter Rand, linker Rand, Basis) durch vorsichtiges Betupfen mit einem Pinsel einzeln auf ihre Geschmacksempfindlichkeit prüfte und aus den so gefundenen Werten das Mittel zog. Auch die von ihm festgestellten Resultate habe ich zum Vergleich dieser Arbeit beigefügt.

Ich ging auf andere Weise vor, indem ich, unter Beobachtung der weiter oben beschriebenen Vorsichtsmaßregeln, einfach von einer Konzentration einen Schluck in den Mund nahm, wartete, bis die Flüssigkeit ungefähr dieselbe Temperatur, wie die Mundhöhle sie besaß, angenommen hatte, — bei den geringen Quantitäten nahm dies ja nicht lange Zeit in Anspruch — und dann die dabei gehabten Empfindungen mir kurz notierte.

Die in dieser Arbeit publizierten Versuche mit den einzelnen Stoffen habe ich nun so behandelt, daß ich zuerst die Konzentration der Stammlösung angebe und dann die der weiteren Verdünnungen A, B, C etc. nebst den dabei gemachten Beobachtungen bezw. gehabten Geschmacksempfindungen. Die Urteile über unsere Befunde habe ich nach längerer Überlegung und Rücksprache mit Herrn Prof. *Dr. Lehmann* in der Weise ausgedrückt, daß ich drei Konzentrationen angebe, von denen

die erste schon beim flüchtigen Kosten eine deutliche von allen Beobachtern unzweifelhaft wahrgenommene Empfindung auf der Zunge zurückläßt,

die zweite den Geschmack des Wassers beim sorgfältigen Probieren noch eben so weit beeinflußt, daß man das Wasser in größeren Quantitäten nicht mehr trinken mag, während es bei starkem Durst recht wohl als Notbehelf dienen kann,

die dritte bei jeder Art des Prüfens unmerklich ist. Der Kürze halber habe ich die erste Konzentration als „noch unbrauchbar“ bezeichnet, die zweite als „entwertet“ und die dritte als „verwendbar“.

Dieses „entwertet“ und „verwendbar“ oder „geeignet“ kann sich natürlich nur auf seinen Geschmack als Trinkwasser beziehen, weiterhin will „verwendbar“ oder „geeignet“ nicht mehr sagen als im Notfalle in kleinen Mengen noch brauchbar.

Ferner muß ich noch bemerken, daß ich bei den Versuchen in meinen Anforderungen sehr strenge vorging, so daß ich zum Teil ganz minimale Grenzwerte erzielte.

Da diese Arbeit nur die eigentlichen Schmeckversuche behandelt, so habe ich sie in zwei größere Gruppen eingeteilt, nämlich:

I. Schmeckversuche ohne optische Beobachtungen.

II. Schmeckversuche mit optischen Beobachtungen.

Bei einigen dieser Proben war auch der Geruch zu berücksichtigen; da sie aber in so geringer Anzahl sind, habe ich für dieselben keine eigene Gruppe gebildet, sondern sie gleich an die andern angegliedert.

I. Schmeckversuche ohne optische Beobachtungen.

1. Kaliumnitrat, Kalisalpeter:

20 gr Kalium nitricum wurden in 1 Liter aqua destillata aufgelöst. Die so erhaltene Stammlösung wurde auf die oben beschriebene Weise verdünnt und es ergab sich:

Verd. A.

10 gr auf 1 l Leitungswasser, stark salziger Geschmack, total unbrauchbar als Trinkwasser;

Verd. B.

5 gr auf 1 l. Der Geschmack war noch kräftig salzig, unbrauchbar als Trinkwasser;

Verd. C.

2,5 gr auf 1 l Leitungswasser schmeckte nicht mehr so kräftig, ist aber als Trinkwasser noch nicht verwendbar.

Verd. D.

1,25 gr auf 1 l Leitungswasser ist noch deutlich zu schmecken, als Trinkwasser entwertet, nach *Blume* brauchbar.

Verd. E.

0,625 gr auf 1 l Leitungswasser ist kaum mehr zu schmecken und kann als Trinkwasser verwendet werden. Das Trinkwasser ist also:

unbrauchbar bei	2,5	gr	im Liter
entwertet „	1,25	„	
verwendbar „	0,625	„	
nach *Blume* bei	5,0	gr	im Liter
	2,5	„	
	1,25	„	

2. Calciumnitrat, Mauersalpeter.

Die Stammlösung enthielt 20 gr Calcium nitricum auf 1 l aqua.

Verd. A.

10 gr auf 1 l Ltw. hatte einen widerlichen, salzigen Geschmack, war als Trinkwasser völlig unbrauchbar, ebenso wie die drei nächstniedrigeren Verdünnungen;

Verd. B.

5 gr auf 1 l Ltw., stark salziger unangenehmer Geschmack;

Verd. C.

2,5 gr auf 1 l Ltw. schmeckte noch ziemlich unangenehm, aber nicht mehr so salzig;

Verd. D.

1,25 gr auf 1 l Ltw. schmeckte schon merklich schwächer;

Verd. E.

625 mg auf 1 l Ltw. war noch ganz leicht zu schmecken, als Trinkwasser entwertet;

Verd. F.

312,5 mg auf 1 l Ltw. war nicht mehr zu schmecken, daher als Trinkwasser verwendbar.

Trinkwasser ist demnach:

unbrauchbar bei 1,25 gr im Liter
entwertet „ 0,625 gr oder 625 mg im Liter
verwendbar „ 312,5 mg im Liter;

nach *Blume:*

unbrauchbar bei 5,0 gr im Liter
entwertet „ 2,5 „ im „
genießbar „ 1,25 „ im „

3. Natriumnitrat, Chilisalpeter.

Stammlösung = 20 gr Natrium nitricum auf 1 l aqua.

Verd. A.

10 gr auf 1 l Ltw. war sehr salzig schmeckend, als Trinkwasser unbrauchbar;

Verd. B.

5 gr auf 1 l Ltw. schmeckte noch salzig und ist unbrauchbar als Trinkwasser;

Verd. C.

2,5 gr auf 1 l Ltw. hatte noch einen schwachen Salzgeschmack, als Trinkwasser entwertet;

Verd. D.

1,25 gr auf 1 l Ltw. verursachte auf der Zunge eine ganz leichte Empfindung, kann aber als verwendbar bezeichnet werden. Bei 0,625 gr auf 1 l Ltw. ist gar nichts mehr zu schmecken.

Trinkwasser ist:

unbrauchbar bei 5,0 gr im Liter
entwertet „ 2,5 „ im „
verwendbar „ 1,25 „ im „

Diese Werte stimmen auch mit den von Herrn *Dr. Blume* gefundenen überein.

4. Natrium bicarbonat.

Die Stammlösung bestand aus 20 gr Natrium bicarbonicum auf 1 l aqua. Als unbrauchbar kann bei diesem Stoff eigentlich nur die Stammlösung bezeichnet werden, allenfalls noch

Verd. A.

10 gr auf 1 l Ltw., obwohl diese nur einen schwach salzigen Geschmack hatte.

Verd. B.

5 gr auf 1 l Ltw., hatte nur noch einen geringen Salzgeschmack, als Trinkwasser entwertet.

Verd. C.

2,5 gr auf 1 l Ltw., war nicht mehr zu schmecken, Trinkwasser ist demnach:

unbrauchbar	bei	10,0	gr	im	Liter
entwertet	„	5,0	„	im	„
brauchbar	„	2,5	„	im	„

Auch Herr *Dr. Blume* hat dieselben Resultate ermittelt.

5. Natriumchlorid, Kochsalz.

Zur Stammlösung wurden 20 gr Natrium chloratum in 1 l aqua aufgelöst. Als unbrauchbar erwiesen sich die ersten 4 Verdünnungen und zwar:

Verd. A.

10 gr auf 1 l Ltw., mit scharf salzigem Geschmack.

Verd. B.

5 gr auf 1 l Ltw., hatte einen ziemlich kräftigen Salzgeschmack.

Verd. C.

2,5 gr auf 1 l Ltw., schmeckte noch immer sehr salzig, während

Verd. D.

1,25 gr auf 1 l Ltw. einen schwach salzigen Geschmack hatte.

Verd. E.

0,625 gr = 625 mg auf 1 l Ltw. war noch deutlich zu schmecken, als Trinkwasser entwertet.

Verd. F.

312,5 mg auf 1 l Ltw., schmeckte ganz leicht salzig, ist aber als Trinkwasser verwendbar, da diese Konzentration bei den meisten im Laboratorium arbeitenden Herren keine besondere Geschmacksempfindung auf der Zunge hervorbrachte, während ich noch bei 250—200 mgr im l noch einen minimalen Salzgehalt wahrnahm.

In Übereinstimmung mit Herrn *Dr. Blume* könnte also Trinkwasser gelten:

als	unbrauchbar	bei	1,25	gr	im	Liter
„	entwertet	„	0,625	„	im	„
„	verwendbar	„	312,5	mg	im	„

6. Magnesiumsulfat, Bittersalz.

In 1 l aqua wurden 20 gr magnesium sulfuricum aufgelöst. Als Trinkwasser unbrauchbar waren außer dieser Stammlösung die beiden ersten Verdünnungen.

Verd. A.

10 gr auf 1 l Ltw., schmeckte bitter und stark salzig.

Verd. B.

5 gr auf 1 l Ltw., mit ziemlich salzigem Geschmack.

Verd. C.

2,5 gr auf 1 l Ltw., war noch schwach zu schmecken, als Trinkwasser entwertet.

Verd. D.

1,25 gr auf 1 l Ltw., kaum mehr zu schmecken, verwendbar als Trinkwasser.

Bei magnesium sulfuricum hat Herr *Dr. Blume* geringere Grenzwerte gefunden, nach ihm ist Trinkwasser:

unbrauchbar	bei	1,25	gr	im Liter
entwertet	„	0,625	„	im „
brauchbar	„	312,5	„	im „

7. Magnesiumchlorid.

Als Stammlösung dienten 20 gr magnesium chloratum in 1 l aqua aufgelöst.

Verd. A.

10 gr auf 1 l Ltw., schmeckte etwas bitter und leicht salzig, war als Trinkwasser unbrauchbar, ebenso wie

Verd. B.

5 gr auf 1 l Ltw., die nicht ganz so stark schmeckte wie die vorhergehende Konzentration.

Verd. C.

2,5 gr auf 1 l Ltw., hatte einen schwachen, bitterlichen Geschmack, als Trinkwasser entwertet.

Verd. D.

1,25 gr auf 1 l Ltw. war noch ganz leicht durch die Zunge wahrnehmbar, verwendbar als Trinkwasser. In größerer Verdünnung war nichts mehr zu schmecken.

Trinkwasser ist also:

unbrauchbar	bei	5	gr	im	Liter
entwertet	„	2,5	„	im	„
brauchbar	„	1,25	„	im	„
nach *Blume*	bei	2,5	gr	im	Liter
„ „	„	1,25	„	im	„
„ „	„	0,625	„	im	„

8. Zucker.

20 gr Krystallzucker wurden in 1 l aqua aufgelöst. Die ersten drei Verdünnungen waren als Trinkwasser unbrauchbar.

Verd. A.

10 gr auf 1 l Ltw., schmeckte kräftig süß.

Verd. B.

5 gr auf 1 l Ltw., mit süßem Geschmack.

Verd. C.

2,5 gr auf 1 l Ltw., schmeckte etwas schwächer süß als die vorhergehende Lösung.

Verd. D.

1,25 gr auf 1 l Ltw., süßlich schmeckend, als Trinkwasser entwertet.

Verd. E.

0,625 gr auf 1 l Ltw. hatte einen ganz leicht süßlichen Geschmack, etwa wie aqua destilata als Trinkwasser verwendbar. Weitere Verdünnungen waren nicht mehr zu schmecken. Das Trinkwasser ist daher in Übereinstimmung mit den von Herrn *Dr. Blume* festgestellten Grenzwerten:

unbrauchbar	bei	2,5	gr	im	Liter
entwertet	„	1,25	„	im	„
verwendbar	„	0,625	„	im	„

9. Essigsäure, Eisessig.

1 l aqua enthielt 40 ccm Acidum aceticum. Gewöhnlicher Speiseessig ist 3—5 prozentig; die Stammlösung entsprach also ungefähr mittelkräftigem Speiseessig. Unbrauchbar als Trinkwasser waren die ersten sechs Verdünnungen; sie zeichneten sich aus durch einen durchdringenden beizenden Essiggeruch und einen sehr stark saueren adstringierenden Geschmack. Der Konzentration nach waren die Verdünnungen folgende:

Verd.	A,	20	gr	auf	1	Liter	Ltw.	vollkommen ungenießbar
„	B,	10	„	„	1	„	„	
„	C,	5	„	„	1	„	„	
„	D,	2,5	„	„	1	„	„	
„	E,	1,25	„	„	1	„	„	
„	F,	0,625	„	„	1	„	„	

Verd. G.

312,5 mg auf 1 l Ltw., mit ausgeprägtem Essiggeruch und säuerlichem Geschmack war als Trinkwasser entwertet.

Verd. H.

156,25 mg auf 1 l Ltw. hatte noch leichten flüchtigen Essiggeruch und ganz gering angesäuerten Geschmack, als Trinkwasser kann man diese Lösung jedoch verwenden.

In größerer Verdünnung macht sich kein Essiggeruch noch Geschmack mehr bemerkbar.

Trinkwasser ist

unbrauchbar	bei	625	mg	im	Liter
entwertet	„	312,5	„	im	„
verwendbar	„	156,25	„	im	„

Diese Zahlen stimmen ziemlich genau mit den von Herrn *Dr. Blume* gefundenen überein.

10. Weinsäure.

20 gr Acidum tartaricum wurden in 1 l aqua aufgelöst. Die Weinsäurelösungen unterscheiden sich von denen der Essigsäure:

1. durch ihre Geruchlosigkeit,
2. dadurch, daß der Geschmack nicht so widerlich, sondern angenehmer sauer ist, wenn man bei sauer überhaupt von angenehm sprechen kann. Als Trinkwasser unbrauchbar waren die ersten sieben Konzentrationen, die sich auch im Geschmack nicht allzusehr von einander unterschieden, wenn auch natürlich nicht alle gleich stark schmeckten.

Die Konzentrationen im einzelnen waren folgende:

Verd. A,	10	gr	auf	1 Liter	Ltw.	vollkommen ungenießbar
„ B,	5	„	„	1 „	„	
„ C,	2,5	„	„	1 „	„	
„ D,	1,25	„	„	1 „	„	
„ E,	625	mg	„	1 „	„	
„ F,	312,5	„	„	1 „	„	
„ G,	156,25	„	„	1 „	„	

Verd. H.

78,13 mg auf 1 l Ltw. schmeckte noch deutlich säuerlich, als Trinkwasser entwertet.

Verd. J.

39,06 mg auf 1 l Ltw. war noch ganz leicht zu schmecken, verwendbar als Trinkwasser.

In größerer Verdünnung zeigte das Wasser keinerlei Geschmacksveränderungen mehr.

Trinkwasser ist somit

unbrauchbar	bei	156,25	mg	im Liter
entwertet	„	78,13	„	im „
verwendbar	„	39,06	„	im „

nach Herrn *Dr. Blume* ist Trinkwasser

unbrauchbar	bei	625	mg	im Liter
entwertet	„	312,5	„	im „
brauchbar	„	156,25	„	im „

Also auch hier zeigt sich ein bedeutender Unterschied.

11. Normalschwefelsäure.

$$H_2\,S\,O_4 \quad H = 2$$
$$S = 32$$
$$O_4 \times 16 = 64$$
$$98 : 2 = 49 \text{ in } 1000 \text{ aqua.}$$

Normalschwefelsäure ist also 4,9 prozentig. Von dieser 4,9 prozentigen Normalschwefelsäure wurden 25 ccm mit 1000 aqua zu einer Stammlösung vereinigt. In 25 ccm Normalschwefelsäure waren also 1225 mg reine $H_2\ S\ O_4$, Folglich enthielt auch die Stammlösung 1225 mg $H_2\ S\ O_4$.

Unbrauchbar als Trinkwasser waren die ersten 6 Verdünnungen. Einzeln verhielten sie sich folgendermaßen:

Verd.	A,	612,5 mg	auf	1	Liter Ltw.,	stark widerlich sauer
„	B,	306,25 „	„	1	„ „	stark sauer
„	C,	153,13 „	„	1	„ „	etwas schwächer sauer
„	D,	76,56 „	„	1	„ „	noch kräftig sauer
„	E,	38,28 „	„	1	„ „	noch kräftig sauer
„	F,	19,14 „	„	1	„ „	noch ziemlich sauer.

Verd. G.

9,57 mg in 1 l Ltw. war noch deutlich sauer, als Trinkwasser entwertet, wenn auch nur gering, da andere Herren, denen ich diese Lösung zum Kosten gab, absolut nichts mehr schmecken konnten.

Verd. H.

4,79 mg auf 1 l Ltw., kaum mehr zu schmecken, als Trinkwasser verwendbar.

Trinkwasser ist also nach meinen Ermittelungen

unbrauchbar	bei	19,14	rund	20	mg	im Liter
entwertet	„	9,57	„	10	„	im „
verwendbar	„	4,57	„	5	„	im „

12. Normalnatronlauge.

$$\begin{array}{llrl} NaOH & Na & = & 23 \\ & O & = & 16 \\ & H & = & 1 \\ \hline & & & 40 \text{ in } 1000 \text{ aqua.} \end{array}$$

Die Stammlösung enthielt in 1000 aqua 25 ccm Normalnatronlauge oder 1 gr bezw. 1000 mg Na O H. Diese Mischung wurde auf die bisherige Art und Weise weiter verdünnt, doch nicht mit Würzburger Leitungswasser, sondern aus naheliegenden Gründen mit aqua destilata.

Verd. A.

500 mg auf 1 l H_2O, hatte einen stark laugigen dem Seifenwasser ähnlichen Geschmack.

Verd. B.

250 mg auf 1 l H_2O schmeckte noch deutlich seifig.

Verd. C.

125 mg auf 1 l H_2O war nur noch ganz schwach zu schmeckeu.

Verd. D.

62,5 mg auf 1 l H_2O, hierbei war keinerlei Geschmacksveränderung mehr wahrnehmbar.

Anm. Da man im allgemeinen kein aqua destilata als Trinkwaser benutzen kann, habe ich bei den einzelnen Konzentrationen die Bemerkung, ob sie als Trinkwasser geeignet, entwertet bezw. unbrauchbar sind, weggelassen.

Die optischen Beobachtungen dieses Absatzes waren im wesentlichen unfreiwillige, sie sind dadurch bedingt, daß das an Karbonaten und Sulfaten des

Calcium und Magnesium reiche Leitungswasser von Würzburg (Gesamtrückstand ca. 650 mg) mit den Schwermetallsalzen aber auch mit dem kohlensauren Natron in unerwünschter Weise reagierte, indem Niederschläge von Kupfer-Magnesium, Eisen, Zink und Calciumcarbonat entstand. Es muß zugegeben werden, daß meine Resultate nicht allgemein gültig sein können und an weichem Wasser wiederholt werden müssen. Immerhin schien es besser, die Versuche mit Würzburger Leitungswasser als mit destilliertem anzustellen, weil letzteres immer etwas unangenehmen Geschmack besitzt.

II. Schmeckversuche mit optischen Beobachtungen.

Da bei den nachstehend behandelten Stoffen neben dem Geschmackssinn auch der Gesichtssinn in Anspruch genommen wurde, so waren dieselben auch daraufhin zu untersuchen, inwieweit das von ihnen verunreinigte Wasser auch als Badewasser brauchbar, entwertet oder unbrauchbar war.

1. Kocherlauge aus einer Sulficellulosefabrik.

Die Ablauge, aus dem Kocher am 21. Januar entnommen, wurde am 23. Januar zu Versuchen gebraucht und zwar enthielt die Stammlösung in 1000 ccm Leitungswasser 10 ccm Kocherlauge. Diese Mischung war durch das Auge noch eben wahrnehmbar durch einen Stich ins Rötlichbraune und ist demnach als Badewasser entwertet, als Trinkwasser jedoch voll-

kommen unbrauchbar wegen ihres kräftig aromatisch bittersauèren Geschmackes.

Verd. A.

5 gr auf 1 l Ltw., zeigte keine Farbveränderung mehr; als Badewasser verwendbar. Der Geschmack war noch ziemlich kräftig bitterlich sauer; als Trinkwasser unbrauchbar.

Verd. B.

2,5 gr auf 1 l Ltw., war noch deutlich zu schmecken, ist daher als Trinkwasser entwertet.

Verd. C.

1,25 gr auf 1 l Ltw. war nur ganz leicht zu schmecken; als Trinkwasser verwendbar.

Verd. D.

0,625 gr auf 1 l Ltw., war durch den Geschmack nicht mehr wahrnehmbar.

Das Wasser war demnach

	als Badewasser:	als Trinkwasser:
unbrauchbar	bei 15,0 gr im Liter;	bei 5,0 gr im Liter
entwertet	„ 10,0 „ im „	„ 2,5 „ im „
verwendbar	„ 5,0 „ im „	„ 1,25 „ im „

2. Natriumcarbonat sicc. Soda.

Als Stammlösung wurde eine Konzentration von 20 gr Soda auf 1 l aqua angesetzt. Die verschiedenen Verdünnungen waren weniger Geschmacks- als hauptsächlich optische Proben, da weißes calcium carbonat ausfiel. Unbrauchbar als Bade- und Trinkwasser waren die ersten drei Konzentrationen.

Verd. A.

10 gr auf 1 l Ltw., war milchig verfärbt und hatte einen schwach salzigen Geschmack.

Verd. B.

5 gr auf 1 l Ltw., die Verfärbung erschien fast stärker als die der vorigen Verdünnung, der Geschmack dagegen schwächer.

Verd. C.

2,5 gr auf 1 l Ltw., die Farbe war ungefähr dieselbe wie bei Verd. B, der Geschmack ein ganz schwach salziger.

Verd. D.

1,25 gr auf 1 l Ltw., wies eine schwächere Verfärbung auf und schmeckte noch ganz leicht salzig. Als Badewasser entwertet, unbrauchbar als Trinkwasser.

Verd. E.

625 mg auf 1 l Ltw., war noch schwach verfärbt und kaum mehr zu schmecken. Als Trinkwasser entwertet, verwendbar als Badewasser.

Verd. F.

312,5 mg auf 1 l Ltw., hier war nichts mehr zu schmecken und auch keine Verfärbung mehr wahrnehmbar. Brauchbar als Bade- und Trinkwasser.

Wasser ist also

	als Badewasser:	als Trinkwasser:
unbrauchbar	bei 2,5 gr im Liter;	bei 1,25 gr im Liter
entwertet	„ 1,25 „ im „	„ 625 mg im „
verwendbar	„ 0,625 „ im „	„ 312,5 „ im „

3. Ferrosulfat, Eisenvitriol.

Die Stammlösung, 20 gr ferr. sulfuric. auf 1 l aqua, hatte eine gelbe Färbung.

Die Verdünnungen A bis E, also 10 gr auf 1 l Ltw. bis 625 mg auf 1 l Ltw. waren in der Farbe kaum zu unterscheiden. Sie stellten sich dar als eine kräftig dunkelrotbraun gefärbte durch Ferricarbonat trübe Flüssigkeit von sehr stark adstringierendem, bittersüßem Geschmack. Als Bade- und Trinkwasser sind sie vollkommen unbrauchbar, ebenso wie die folgenden vier Konzentrationen.

Verd. F.

312,5 mg Ferr. sufur. = 62,8 mg Eisen auf 1 l Ltw., war eine rotbraune trübe Flüssigkeit mit stark adstringierendem, bittersüßem Geschmack.

Verd. G.

156,25 mg 31,4 mg Eisen auf 1 l Ltw., war trüb, rötlichgelb gefärbt und schmeckte adstringierend und süßlichbitter.

Verd. H.

78,13 mg 15,7 mg Eisen auf 1 l Ltw., hatte eine trübe schmutziggelbe Farbe, der Geschmack war herb, adstringierend mit bitterem Nachgeschmack.

Verd. J.

39,06 mg 7,85 mg Eisen auf 1 l Ltw. war noch trüb, jedoch schon etwas durchscheinend, von weingelber Farbe, sie schmeckte adstringierend und hatte einen leicht bitteren Nachgeschmack.

Verd. K.

19,53 mg 3,925 mg Eisen auf 1 l Ltw., war leicht getrübt, hatte gelbliche Färbung und adstrin-

gierenden Geschmack; als Trinkwasser unbrauchbar, als Badewasser entwertet.

Verd. L.

9,77 mg 1,963 mg Eisen auf 1 l Ltw., hatte noch einen gelblichen Schein und war ganz leicht getrübt, der Geschmack war adstringierend; als Trinkwasser unbrauchbar, verwendbar als Badewasser.

Verd. M.

4,88 mg 0,9815 mg Eisen auf 1 l Ltw., hier war keine Verfärbung mehr, wohl aber noch geringe Trübung bemerkbar, wegen des noch ziemlich adstringierenden Geschmackes nicht als Trinkwasser zu verwenden.

Verd. N.

2,44 mg 0,4907 mg Eisen auf 1 l Ltw., wies weder Färbung noch Trübung auf, der Geschmack war gering adstringierend; als Trinkwasser entwertet.

Verd. O.

1,22 mg 0,2453 mg Eisen auf 1 l Ltw. schmeckte noch ganz leicht, für andere kaum bemerkbar, adstringierend; verwendbar als Trinkwasser.

Wasser ist bei Anwesenheit von Eisenvitriol

als Badewasser:

unbrauchbar	bei	39,06 mg	=	7,85	mg	Eisen	im Liter
entwertet	„	19,53 „	=	3,925	„	„	
verwendbar	„	9,77 „	=	1,963	„	„	

als Trinkwasser:

unbrauchbar	bei	4,88 mg	=	0,9815	mg	Eisen	im Liter
entwertet	„	2,44 „	=	0,4907	„	„	
verwendbar	„	1,22 „	=	0,2453	„	„	

4. Kuprisulfat, Kupfervitriol.

Von einer 10prozentig. Kupfersulfatlösung wurden 10 ccm auf 1 l Leitungswasser genommen.

$CuSO_4 + 5\,H_2O$

Cu — 63		$5\,H_2$ — 10	
S — 32		50 — 80	
O_4 — 64		90 + 159 = 249	
159		63 : 249 = 0,253	

In 1 gr Kupr.-Lösung sind also 0,253 gr enthalten, in 1 cbcm der 10prozentigen Stammlösung also 2,53 mg Cu.

Verd. A.

Zu 1 l Ltw. wurden 10 ccm Stammlösung getan, also 0,0253 gr auf 1 l Ltw., diese Konzentration hatte noch einen Stich ins Bläuliche, der Geschmack war deutlich adstringierend; als Badewasser entwertet, als Trinkwasser unbrauchbar.

Verd. B.

5 ccm Stammlösung = 0,0127 gr auf 1 l Ltw., hatte keine Verfärbung mehr, aber einen, wenn auch schwachen adstringierenden Geschmack; brauchbar als Badewasser, entwertet als Trinkwasser.

Verd. C.

2,5 ccm Stammlösung = 0,0063 gr auf 1 l Ltw., weder dem Auge noch dem Geschmack mehr wahrnehmbar; verwendbar als Trinkwasser.

Kupfervitriol macht demnach das Wasser

	als Badewasser:	als Trinkwasser:
unbrauchbar	bei 0,05 gr im Liter;	bei 0,0253 gr im Liter
entwertet	„ 0,0253 „ im „	„ 0,0127 „ im „
verwendbar	„ 0,0127 „ im „	„ 0,0063 „ im „

5. Ferrichlorid.

$Fe = 56$

$Cl_3 = 106,5$ (335,5).

20 gr ferr. sesquichlorat. siccum wurden in 1 l aqua aufgelöst. In 1 gr Fl Cl_3 sind 348,92 mg Eisen, in 1 l Stammlösung also 6,9784 gr.

Die ersten 8 Verdünnungen waren weder als Trinkwasser noch als Badewasser zu gebrauchen.

Verd. A.

10 gr = 3,4892 gr Eisen auf 1 l Ltw., klare goldgelbe Flüssigkeit mit stark sauerem, adstringierendem Geschmack.

Verd. B.

5 gr 1,7491 gr Eisen auf 1 l Ltw., war etwas dunkler gefärbt und ganz leicht getrübt, der Geschmack war sauer und stark adstringierend.

Verd. C.

2,5 gr 6,8745 gr Eisen auf 1 l Ltw., zeigte wieder eine etwas hellere Färbung, dagegen stärkere Trübung, schmeckte schwach sauer aber stark adstringierend.

Verd. D.

1,25 gr 437,25 mg Eisen auf 1 l Ltw., stark rotbraun gefärbte und sehr trübe Flüssigkeit, mit kräftig adstringierendem Geschmack.

Verd. E.

625 mg 218,625 mg Eisen auf 1 l Ltw., kräftig rotbraun gefärbt, stark getrübt, Geschmack ziemlich kräftig adstringierend.

Verd. F.

312,5 mg 109,313 mg Eisen auf 1 l Ltw., war stark gelblich gefärbt und sehr trüb, schmeckte adstringierend.

Verd. G.

156,25 mg 54,656 mg Eisen auf 1 l Ltw., war heller gelb gefärbt und schwächer getrübt als E, auch der Geschmack war etwas schwächer adstringierend.

Verd. H.

78,13 mg 27,328 mg Eisen auf 1 l Ltw., hellgelb gefärbte Flüssigkeit mit schwacher Trübung und schwach adstringierendem Geschmack, entwertet als Badewasser.

Verd. J.

39,06 mg 13,664 mg Eisen auf 1 l Ltw., war leicht gelblich verfärbt und ganz schwach getrübt, von leicht adstringierendem Geschmack, verwendbar als Badewasser, unbrauchbar als Trinkwasser.

Verd. K.

19,53 mg 6,832 mg Eisen auf 1 l Ltw., es war hier noch eine leichte Verfärbung und Trübung bemerkbar, der Geschmack ganz leicht adstringierend; als Trinkwasser entwertet.

Verd. L.

9,77 mg 3,416 mg Eisen auf 1 l Ltw., zeigte keine Verfärbung mehr und nur äußerst geringe Trübung; der Geschmack war minimal adstringierend; als Trinkwasser verwendbar.

Wasser mit Ferrichlorid ist

als Badewasser:

unbrauchbar	bei	156,25	mg	=	54,656	mg	Eisen	im Liter
entwertet	„	78,13	„	=	27,328	„	„	
verwendbar	„	39,06	„	=	13,664	„	„	

als Trinkwasser:

unbrauchbar bei	39,06 mg	= 13,664 mg Eisen		im Liter
entwertet „	19,53 „	= 6,832 „ „		
verwendbar „	9,77 „	= 3,416 „ „		

6. Zinkchlorid.

Zn 65,4
Cl_2 71,—
136,4

In 1 gr $ZnCl_2$ sind also 476,8 mg Zn enthalten, demnach in der Stammlösung: 20 gr auf 1 l aqua 9,53 gr Zn.

Die Verdünnung A bis E also 10 gr auf 1 l Ltw. bis 625 mg auf 1 l Ltw. waren von fast gleichem Aussehen, nämlich trüb und bläulichweiß verfärbt, ungefähr so wie bei Seifenwasser und hatten inklusive Verd. F 312,5 mg auf 1 l Ltw. und Verd. G 156,25 mg auf 1 l Ltw. einen leicht süßlichen, sehr stark adstringierenden Geschmack. Alle diese Konzentrationen sind als Bade- und Trinkwasser total unbrauchbar.

Verd. F.

312,5 mg 148,913 mg Zn auf 1 l Ltw. war schwächer getrübt als die ersten 5 Verdünnungen.

Verd. G.

156,25 mg 74,456 mg Zn auf 1 l Ltw. war noch schwach getrübt.

Verd. H.

78,13 mg 37,228 mg Zn auf 1 l Ltw., hatte noch eine leichte Trübung, jedoch einen kräftig adstringierenden Geschmack; entwertet als Badewasser, unbrauchbar als Trinkwasser.

Verd. J.

39,06 mg 18,614 mg Zn auf 1 l Ltw. zeigte keine Trübung mehr, der Geschmack war ziemlich adstringierend, als Badewasser brauchbar, als Trinkwasser nicht zu verwenden.

Verd. K.

19,53 mg 9,307 mg Zn auf 1 l Ltw. schmeckte noch leicht adstringierend, entwertet als Trinkwasser.

Verd. L.

9,76 mg 4,653 mg Zn auf 1 l Ltw., war kaum mehr zu schmecken; brauchbar als Trinkwasser.

Wasser ist

als Badewasser:

unbrauchbar	bei	156,25 mg	=	74,456 mg Zn		im Liter
entwertet	„	78,13 „	=	37,228 „ „		
verwendbar	„	39,06 „	=	18,614 „ „		

als Trinkwasser:

unbrauchbar	bei	39,06 mg	=	18,614 mg Zn		im Liter
entwertet	„	19,53 „	=	9,307 „ „		
verwendbar	„	9,76 „	=	4,653 „ „		

Nach *Blume*

	als Badewasser:	als Trinkwasser:	
unbrauchbar	bei 74,456 mg Zn;	bei 18,614 mg Zn	im Liter
entwertet	„ 37,228 „ „	„ 9,307 „ „	
verwendbar	„ 18,614 „ „	„ 4,653 „ „	

Wenn man die verschiedenen Tabellen untereinander vergleicht, so findet man, daß die von den verschiedenen Herren festgestellten Grenzwerte für Wasserverunreinigung so ziemlich übereinstimmen. Hauptsächlich gilt dies von den optischen Versuchen,

während bei den Geschmacksproben sich hie und da kleinere Differenzen ergeben. Derartige Unterschiede resultieren jedoch, wie ich schon in der Einleitung bemerkte, wohl mehr aus der geringeren, beziehungsweise größeren Geschmacksempfindlichkeit der einzelnen Individuen als vielleicht, wie man ja auch annehmen könnte, aus ungenauem Arbeiten seitens der Herren Untersucher.

Im Großen und Ganzen dürften daher die Versuche mit den in vorliegender Arbeit behandelten Stoffen als abgeschlossen zu betrachten sein, wenn es mir auch fern liegt, die von mir gefundenen Grenzwerte als die allein maßgebenden hinzustellen.

Salze- und Lauge-Tabelle nach Herrn Dr. Bossert.

	Lauge	Magnesium chloratum	Cuprum sulfuricum	Fe als Ferr. sulfuc. oxyd.	Fe als Ferrum sesquichloratum	Magnesium sulfuricum	Zincum chloratum	Natrium chloratum
Unterste Grenze der Wahrnehmung	150	500 bis 600	< 5	10 – 15	5—6	1000 bis 1500	80 – 100	800 bis 1000
Entwertet als Trinkwasser	200	600 bis 1000	> 5	30	15 – 20	2000	200	1500
Unbrauchbar als Trinkwasser	250	1500 bis 2000	10—50	50—70	25—30	4000	500	2000
Entwertet als Badewasser	300	5000 bis 10 000	250	150	50	8000	1500 bis 2000	—
Unbrauchbar als Badewasser	400	—	500	200	—	—	—	—
Total unbrauchbar	—	—	1000	—	100	—	—	—

I. Meine Tabelle über Stoffe, die nur auf den Geschmack wirken.

Stoffe	Als Trinkwasser		
	unbrauchbar	entwertet	geeignet
Kalium nitricum	2500	1250	625
Calcium nitricum	1250	625	312,5
Natrium nitricum	5000	2500	1250
Natrium bicarbonicum	10000	5000	2500
Natrium chloratum	1250	625	312,5
Magnesium sulfuricum	1250	625	312,5
Magnesium chloratum	5000	2500	1250
Saccharum	2500	1250	625
Acidum aceticum	625	312,5	156,25
Acidum tartaricum	156,25	78,13	39,06
Acidum sulfuricum	20	10	5
Natrium hydroxyd	500	250	125

II. Tabelle des Herrn Dr. Blume über Stoffe, die nur auf den Geschmack wirken.

Stoffe	Als Trinkwasser		
	noch nicht geeignet	zur Not verwendbar	vollkommen genießbar
Kalium nitricum	5000	2500	1250
Calcium nitricum	5000	2500	1250
Natrium nitricum	5000	2500	1250
Natrium chloratum	1,250	0,620	0,315
Natrium bicarbonic.	10000	5000	2500
Magnesium sulfur.	1250	620	310
Saccharum	2500	1250	620
Magnesium chloratum	2500	1250	620
Acidum aceticum	620	310	150
Acidum tartaricum	1250	620	310

Meine Tabelle über Stoffe, die außer auf den Geschmack auch noch auf den Gesichtssinn wirken.

	Als Badewasser, mit dem Auge beurteilt			Als Trinkwasser, mit dem Geschmack beurteilt		
	unbrauchbar	entwertet	geeignet	unbrauchbar	entwertet	geeignet
Kocherlauge	15,0 cbcm	10,0 cbcm	5,0 cbcm	5,0 cbcm	2,5 cbcm	1,25 cbcm
Natrium carbonicum	2500	1250	625	1250	625	312,5
Ferrum sulfuricum	39,06	19,53	9,77	4,88	2,44	1,22
also Eisen	7,85	3,925	1,963	0,981	0,490	0,245
Cuprum sulfuricum	50,0	25,0	12,7	25,0	12,7	6,3
also Kupfer						
Ferrum sesquichloratum	156,25	78,13	39,06	39,06	19,53	9,77
also Eisen	54,656	27,328	13,664	13,664	6,832	3,416
Zincum chloratum	156,25	78,13	39,06	39,06	19,53	9,77
also Zink	74,456	37,228	18,614	18,614	9,307	4,653

Wenn keine andere Bezeichnung angegeben, bedeuten die Zahlen mg im Liter.

Tabelle nach Dr. Blume über Stoffe, die außer auf den Geschmack auch noch auf den Gesichtssinn wirken.

	Widerliches Badewasser	Entwertetes Badewasser	Unbeanstandetes Badewasser	Widerliches Trinkwasser	Entwertetes Trinkwasser	Unbeanstandetes Trinkwasser
Ferrum sesquichloratum	0,08 cbcm Lösung	0,04 cbcm Lösung	0,02 ccm Lösung	0,02 ccm Lösung	0,01 ccm Lösung	0,005 ccm Lösung
Cuprum sulfuricum	0,62 ccm Lösung	0,31 ccm Lösung	0,16 ccm Lösung	0,16 ccm Lösung	0,08 ccm Lösung	0,04 ccm Lösung
Natrium carbonicum	2,500 mg	1,250 mg	620 mg	1,250 mg	620 mg	310 mg
Zincum chloratum	2,500 mg	1,250 mg	620 mg	620 mg	310 mg	160 mg
Calcium sulfuricum	620 gr	310 gr	160 gr	310	160	80 mg

Mein Lebenslauf.

Geboren wurde ich am 10. Dezember 1871 zu Deutz bei Köln a. Rh. Vom 6. bis 10. Jahre besuchte ich die Elementarschule. Von da ab die Lateinschule zu Edenkoben i. d. Pfalz, dann die Gymnasien zu Neuwied a. Rh., Landau i. d. Pfalz und Neustadt a. Haardt. Auf letzterem machte ich im Jahre 1891 das Abiturium und bezog darauf die Universität Halle a. S. zwecks Studiums der Medizin. Im Jahre 1893 unterbrach ich meine Studien und hielt mich bis Ende 1896 in Süd-Amerika, hauptsächlich in Argentinien auf. Ostern 1897 wurde ich abermals in Halle a. S. als Medizinstudierender immatrikuliert. Im Herbst 1898 siedelte ich an die kgl. Julius-Maximilians-Universität Würzburg über, bestand im Sommer 1900 das Physikum und ebenda auch im Sommer 1903 das ärztliche Staatsexamen. Seit Oktober 1903 habe ich mich in Bärnau i. d. Oberpfalz als praktischer Arzt niedergelassen.

Würzburg, 20. Januar 1904.

W. Assmann.